



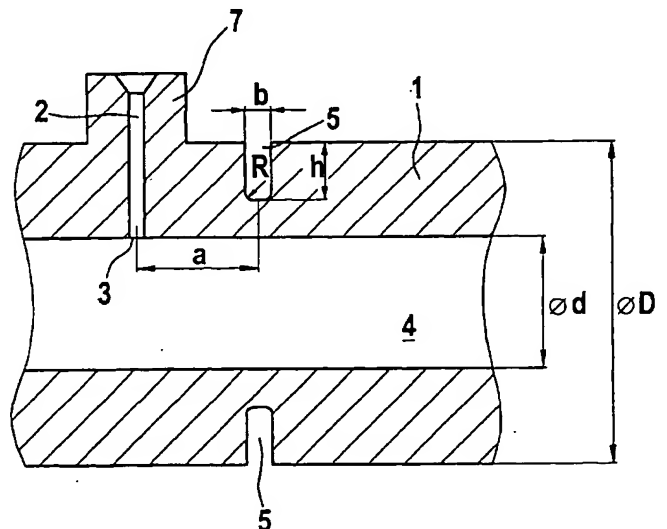
㉑ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:
Kreschel, Henning, 71640 Ludwigsburg, DE; Jung,
Steffen, 71229 Leonberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Hochdruckspeicher wie Kraftstoffhochdruckspeicher

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Hochdruckspeicher, insbesondere Kraftstoffhochdruckspeicher, mit einem hohlen Grundkörper (1) und mindestens einer Querbohrung (2) mit einer Anschlußöffnung (3) zum Innenraum (4) des Grundkörpers (1). Zur Erhöhung der Druckfestigkeit wird vorgeschlagen, an der Außen- und/oder Innenfläche des hohlen Grundkörpers (1) eine oder mehrere Einkerbungen (5) und/oder Aussparungen (6) zur Spannungsentlastung des unter Druck stehenden Hochdruckspeichers anzubringen, wobei die Einkerbungen (5) und Aussparungen (6) vorzugsweise in der Nähe der Querbohrungen (2) angebracht sind bzw. sich in axialer Richtung bis nahe dieser Querbohrungen erstrecken.



[0001] Die Erfindung betrifft einen Hochdruckspeicher, insbesondere einen Kraftstoffhochdruckspeicher, gemäß Oberbegriff des Hauptanspruchs. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Hochdruckspeichers. Der Hochdruckspeicher weist einen hohlen Grundkörper mit mindestens einer Querbohrung auf, deren Anschlußöffnung eine Fluidverbindung zum Innenraum des Grundkörpers herstellt.

[0002] Derartige Hochdruckspeicher sind bspw. aus der DE 199 49 962 A1 und der DE 199 48 338 A1 bekannt. Es handelt sich dort jeweils um einen Kraftstoffhochdruckspeicher für ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine. Bei derartigen Einspritzsystemen fördert eine Hochdruckpumpe den einzuspritzenden Kraftstoff aus einem Tank in den zentralen Kraftstoffhochdruckspeicher (Common-Rail). Von dort führen Kraftstoffleitungen zu den einzelnen Injektoren, die den Zylindern der Brennkraftmaschine zugeordnet sind. Die Kraftstoffhochdruckspeicher sind auf Drücke über 1.000 bar ausgelegt.

[0003] Solche Hochdruckspeicher bestehen in der Regel aus einem hohlen Grundkörper, der Anschlußstutzen aufweist, in denen eine Querbohrung in das Innere des Hohlkörpers führt. Es hat sich gezeigt, daß die hochdruckbelasteten Bohrungsverschneidungen, also der Übergangsbereich zwischen der Rail-(Innen-)und Querbohrung, die höchstbelastete und damit versagenskritische Stelle bilden. Der Innendruck in den Bohrungen erzeugt nämlich Zugspannungen in Umfangsrichtung, wobei sich die Zugspannungen der einzelnen Bohrungen im Verschneidungsbereich überlagern und dort zu Rißbildungen führen können.

[0004] In der genannten DE 199 49 962 wird zur Erhöhung der Druckfestigkeit des Kraftstoffhochdruckspeichers vorgeschlagen, den Innenraum des Grundkörpers im Bereich der Anschlußöffnungen eben auszubilden. Hierdurch werden die Druckverhältnisse positiv beeinflusst und Zugspannungen im Verschneidungsbereich vermindert, ohne das Bauvolumen des Hochdruckspeichers zu erhöhen.

[0005] Als Maßnahme zur Erhöhung der Hochdruckfestigkeit wird in der DE 199 48 338 vorgeschlagen, den Grundkörper des Hochdruckspeichers im Bereich der Anschlußöffnungen zu verformen. Bspw. können durch elastische Verformungen des Grundkörpers von außen in den kritischen Bereich der Verschneidungen Druckeigenspannungen eingebracht werden, die im Betrieb von dem in Inneren des Grundkörpers herrschenden Innendruck kompensiert werden. Bereiche mit kritischen Zugspannungen können deutlich verkleinert werden. Der entsprechende Kraftstoffhochdruckspeicher soll Drücke von über 2.000 bar aushalten können. In dieser Schrift wird vorgeschlagen, die elastische Verformung des Grundkörpers über die Anpreßkraft des Anschlußstutzens zu realisieren. Als weitere Möglichkeit kann ein als Schablone dienendes Innenrohr in den Grundkörper eingebracht und mit Hilfe der Außenkontur des sich verformenden Innenrohrs die Innenkontur des Grundkörpers im Bereich der Anschlußöffnung gestaltet werden.

[0006] Es hat sich jedoch herausgestellt, daß bei einer Vorgehensweise gemäß der erstgenannten Schrift das Verformungsverhalten des Innenraums des hohlen Grundkörpers in der Praxis nur gering beeinflusst wird, und daß das Herstellungsverfahren zur Ausbildung einer lokalen ebenen Fläche im Inneren des Grundkörpers im Bereich einer Anschlußöffnung kompliziert und daher kostenintensiv ist.

[0007] Bei einer elastischen Verformung des Grundkör-

pers, wie sie in der zweitgenannten Schrift vorgeschlagen wird, kann in der Praxis nicht immer eine zeitlich konstante Wirkungsweise garantiert werden, da die Gefahr besteht, daß aufgrund äußerer Einflüsse der Grad der elastischen Verformung und damit die gewünschte Wirkung nachläßt. [0008] Es soll mit vorliegender Erfindung folglich ein Hochdruckspeicher und ein Verfahren zu seiner Herstellung angegeben werden, die die oben genannten Nachteile vermeiden. Insbesondere soll die einfache Herstellung eines hochdruckstabilen Hochdruckspeichers möglich sein, dessen Hochdruckeigenschaften zeitlich unverändert bleiben.

Vorteile der Erfindung

[0009] Der gemäß den Merkmalen des Hauptanspruchs gekennzeichnete Hochdruckspeicher weist einen hohlen Grundkörper auf, an dessen Außen- und/oder Innenfläche eine oder mehrere Einkerbungen und/oder Aussparungen zur Spannungsentlastung des unter Druck stehenden Hochdruckspeichers angebracht sind. Durch solche erfindungsgemäßen Entlastungskerven kann das Deformationsverhalten des Grundkörpers des Hochdruckspeichers in einer Art verändert werden, daß dem an der höchst belasteten Stelle auftretenden Zugspannungszustand eine Druckspannung entgegenwirkt, wobei sich beide Spannungszustände überlagern mit der Folge, daß die Maximalspannung reduziert wird.

[0010] Es sei darauf hingewiesen, daß im Sinne dieser Beschreibung eine Einkerbung sich von einer Aussparung dadurch unterscheidet, daß die Breite einer Kerbe geringer als deren Tiefe ist, während die Breite einer Aussparung mindestens gleich ihrer Tiefe ist. Unter dem Begriff Entlastungskerbe kann im folgenden – soweit nicht anders angegeben – sowohl eine Einkerbung als auch eine Aussparung verstanden werden.

[0011] Es hat sich als vorteilhaft gezeigt, wenn die Entlastungskerven in der Nähe der höchst belasteten Spannungsstellen des unter Druck stehenden Hochdruckspeichers angebracht sind. Die Entlastungskerven können dann direkt an den kritischen Stellen zu einer Reduzierung der Maximalspannung beitragen. Die höchst belasteten Spannungsstellen sind in der Regel die Bereiche der Anschlußöffnungen, also der Bohrungsverschneidung der Innenbohrung des hohlen Grundkörpers und der Querbohrung.

[0012] Besonders Kraftstoffhochdruckspeicher (Common Rails) werden in der Regel aus einem Grundkörper mit zylindrischem Querschnitt hergestellt, wobei Querbohrungen, ggf. exzentrisch angebracht, in axialer Richtung versetzt entlang des rohrförmigen Grundkörpers angeordnet sind. In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind bei einem solchen Hochdruckspeicher zumindest über Teile des Außen- und/oder Innenumfangs des Grundkörpers Einkerbungen angebracht. Vorzugsweise befinden sich diese Einkerbungen in der Nähe der Querbohrungen an den höchst belasteten Stellen. Auch die Anordnung einer Einkerbung direkt im Bereich der Querbohrung, wodurch diese verbreitert wird, ist möglich. Aus herstellungstechnischer Sicht sowie hinsichtlich der Wirksamkeit ist es sinnvoll, wenn sich die Einkerbungen über den gesamten Umfang des Grundkörpers erstrecken.

[0013] Weiterhin ist es bei einem hohlen Grundkörper zylindrischer Gestalt vorteilhaft, zumindest über Teile des Innen- und/oder Außenumfangs des Grundkörpers in axialer Richtung sich erstreckende Aussparungen anzubringen, wobei diese in geeigneter Weise einen großen Bereich zwischen zwei in axialer Richtung benachbarten Querbohrungen einnehmen. Durch eine solche Maßnahme wird zwar die Wandstärke des Grundkörpers im Bereich der Aussparungen vermindert. Diese Wandstärkeverminderung findet in

einem ungekerbten Bereich statt und führt nur zu einem relativ geringen Spannungsanstieg. Es ist darauf zu achten, daß die minimale Wandstärke derart gewählt wird, daß das Auftreten des Spannungsmaximum nach wie vor im Bereich der Bohrungsverschneidung liegt. Aufgrund der nicht mehr konstant verlaufenden Wandstärke kommt es zusätzlich zur Ausbildung einer Druckspannungskomponente im Bereich der Bohrungsverschneidung. Diese Druckspannung verringert durch eine entsprechende Überlagerung den Zugspannungszustand in der Bohrungsverschneidung. Im Ergebnis wird die Hochdruckfestigkeit des Speichers hierdurch gesteigert.

[0014] Die beschriebenen erfindungsgemäßen Hochdruckspeicher können dadurch hergestellt werden, daß über Teile des Umfangs oder über den gesamten Umfang des Grundkörpers gezielt Entlastungskerven bestimmter Querschnittsform eingebracht werden. Dies kann bei einer geschmiedeten Ausführung bereits bei der Rohlingherstellung erfolgen. Kerbformen können auch (zusätzlich) durch Dreh- oder Fräsarbeitsgänge eingebracht werden.

Zeichnung

[0015] Im folgenden sollen Ausführungsbeispiele die Erfindung anhand der beigelegten Figuren näher erläutern.

[0016] Es zeigen:

[0017] Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckspeicher im Längsschnitt mit Einkerbungen entlang des Umfangs des zylindrischen Grundkörpers;

[0018] Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckspeicher mit einem Grundkörper zylindrischer Gestalt mit mehreren Querbohrungen und Einkerbungen des Außenumfangs des Grundkörpers;

[0019] Fig. 3 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckspeichers mit einem Grundkörper zylindrischer Gestalt, in dessen Außenumfang eine Aussparung eingebracht ist;

[0020] Fig. 4 einen Ausschnitt eines weiteren erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckspeichers im Längsschnitt mit Innenkerben;

[0021] Fig. 5 einer erfindungsgemäßen Kraftstoffhochdruckspeicher zylindrischer Gestalt, in dessen Innengeometrie eine Aussparung eingebracht ist;

[0022] Fig. 6 eine weitere Ausgestaltung eines Kraftstoffhochdruckspeichers mit erfindungsgemäßen Einkerbungen in der Innen- und Außenfläche des Grundkörpers;

[0023] Fig. 7 den Ausschnitt einer Ausgestaltung der Erfindung, bei der eine Innenkerbe entlang der Innenfläche des Grundkörpers direkt an der Querbohrung angebracht ist (Fig. 7A), und einen Querschnitt dieser Darstellung (Fig. 7B); und

[0024] Fig. 8 eine Ausgestaltung des Hochdruckspeichers aus Fig. 7 in gleicher Darstellungsart, wobei hier die Querbohrung exzentrisch angeordnet ist.

Bevorzugte Ausführungsformen

[0025] Fig. 1 zeigt den Grundaufbau eines erfindungsgemäßen Hochdruckspeichers, wie er für ein Common-Rail-Einspritzsystem Verwendung findet. Der Hochdruckspeicher besteht aus einem hohlen Grundkörper 1, der zylindrische Form besitzt. Eine Querbohrung 2 führt über die Anschlußöffnung 3 in das Innere 4 des Grundkörpers 1. Kraftstoff kann aus einem Tank unter Hochdruck in das Innere des Rails geleitet werden und gelangt von dort über die Querbohrung 2 und den Anschlußstutzen 7 in einen Injektor. Erfindungsgemäß ist über dem gesamten Umfang der Außenfläche des Grundkörpers 1 eine Einkerbung 5 ange-

bracht. Diese Entlastungskerbe 5 verändert das Deformationsverhalten des Grundkörpers 1 bei Belastung mit Hochdruck derart, daß Zug- und Druckspannungen sich derart überlagern, daß die Maximalspannung reduziert wird. Insbesondere die bei den bekannten Hochdruckspeichern im Bereich der Anschlußöffnung 3 (im Verschneidungsbereich) auftretenden Zugspannungen werden durch die erfindungsgemäße Einkerbung 5 auf ein Maß reduziert, das eine Reißbildung ausschließt.

[0026] Die erfindungsgemäßen Entlastungskerven lassen sich allgemein mathematisch charakterisieren durch ihren Abstand a von der nächstgelegenen Querbohrung 2 (höchstbelastete Stelle), ihre Breite b , ihre Tiefe h sowie einen etwaigen Kerbradius R , wobei die Abmessungen eines zylindrischen Grundkörpers neben seiner Länge im wesentlichen durch den Innendurchmesser d und Außendurchmesser D festgelegt sind. Es zeigt sich, daß die genannten Parameter der Einkerbungen in gewissen Bereichen variiert werden können, ohne den erfindungsgemäßen Effekt der Spannungsreduzierung aufzuheben. Im allgemeinen sollte die Breite b der Einkerbung etwas größer als der Durchmesser der Querbohrung 2 und die Tiefe h zwischen 25 und 75% der Wandstärke des Grundkörpers 1 betragen.

[0027] Es sei darauf hingewiesen, daß die zylindrische Gestalt des hohlen Grundkörpers für den erfindungsgemäßen Hochdruckspeicher nicht wesentlich ist.

[0028] Fig. 2 zeigt einen zylindrischen Kraftstoffhochdruckspeicher mit mehreren Anschlußstutzen 7 mit Querbohrungen 2, die eine Fluidverbindung zum Innenraum 4 des Grundkörpers 1 über Anschlußöffnungen 3 herstellen. Wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sind in der Nähe der höchst belasteten Stellen (Querbohrung 2) entlang des Außenumfangs des Grundkörpers 1 Einkerbungen 5 angebracht, die sich symmetrisch links und rechts von jeder Querbohrung 2 im gleichen Abstand a befinden. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Einkerbungen 5 ist mit B bezeichnet, wobei B größer als der Abstand a sein sollte, um eine gute Spannungsreduktion zu erzielen.

[0029] Wird bei dem in Fig. 2 dargestellten Verhältnissen ein Grenzübergang dahingehend vollzogen; daß B gegen 0 strebt und die Kerbbreite b sich dem Betrag des Abstandes B der Kerben in Fig. 2 nähert, erhält man im Ergebnis den in Fig. 3 dargestellten Aufbau. Da hier die Breite b sehr viel größer als die Tiefe h der Entlastungskerbe ist, soll hier im folgenden von einer Aussparung 6 gesprochen werden. Gleiche Teile des Aufbaus aus Fig. 2 sind in Fig. 3 mit denselben Bezugszeichen bezeichnet. Es hat sich gezeigt, daß trotz verminderter Wandstärke im Bereich der Aussparung 6 des Grundkörpers 1 die Druckfestigkeit aufgrund verminderter Spannungsbelastung höher ist als bei einem bekannten Hochdruckspeicher mit durchgehend konstanter Wandstärke.

[0030] Während in Fig. 1 bis 3 die erfindungsgemäßen Einkerbungen bzw. Aussparungen an der Außenfläche des Grundkörpers angebracht sind, zeigt Fig. 4 zwei Innenkerben 5, die symmetrisch zur Querbohrung 2 über den gesamten Umfang der Innenfläche des Grundkörpers 1 sich erstrecken. Die druckbedingte Erweiterung der Innenkerben 5 führt bei diesem Beispiel zu einer Druckspannung auf die Querbohrung 2 im Bereich der Anschlußöffnung 3, so daß die dort auftretenden Zugspannungen durch Druckspannungen überlagert werden, wodurch insgesamt der Spannungszustand positiv beeinflusst und einer Reißbildung entgegenge wirkt wird.

[0031] Fig. 5 zeigt eine ähnliche Anordnung eines erfindungsgemäßen Hochdruckspeichers wie Fig. 3, jedoch sind hier Aussparungen 6 auf der Innenfläche des hohlen Grundkörpers 1 vorgesehen. Die im Bereich der Aussparungen

verminderte Wandstärke des Speichers ist so zu wählen, daß die Maximalspannung im Bereich der Bohrungsverschneidung liegt.

[0032] Fig. 6 zeigt einen erfindungsgemäßen Hochdruckspeicher, dessen Grundkörper 1 eine Kombination von Innen- und Außenkerben 5 aufweist. Wie im Beispiel der Fig. 4 befinden sich die Innenkerben über den gesamten Innenquerschnitt des Grundkörpers 1 verteilt symmetrisch zur Querbohrung 2, während weiter außen, ebenfalls symmetrisch angeordnete Außenkerben 5 hinzutreten. Die Symmetrie dieser Anordnung führt zu einer optimalen Spannungsreduktion.

[0033] Eine weitere Möglichkeit der Anordnung einer Innenkerbe 5 zeigt Fig. 7. Die Innenkerbe 5 ist direkt an der höchstbelasteten Stelle der Querbohrung 2 positioniert. Die Anschlußöffnung 3 wird hierdurch um die Kerbtiefe h zurückverlagert. Fig. 7B zeigt den Querschnitt entlang der Linie AA wobei im Bereich der Einkerbung 5 sich der Innendurchmesser d des zylindrischen Grundkörpers 1 um den Betrag 2h vergrößert.

[0034] Die letztgenannte Ausführungsform aus Fig. 7 führte zu der weiteren Möglichkeit einer größeren Exzentrizität der Querbohrung 2 bei gleicher oder gar geringerer Bohrungstiefe. Dies ist anschaulich in Fig. 8 dargestellt. Die Querbohrung 2 ist hier exzentrisch am Rail angebracht, was in vielen Fällen von Vorteil für den Zugang zu den nachfolgenden Injektoren ist. Fig. 8B zeigt den Querschnitt entlang der Linie AA aus Fig. 8A. Die erfindungsgemäße Innenkerbe 5 vergrößert bei dieser Ausführungsform die maximal erreichbar exzentrische Anbringung der Querbohrung 2.

[0035] Durch die Erfindung kann bei verschiedenen Gestalten des Grundkörpers eines Hochdruckspeichers sowie bei verschiedenen Anordnungen von Querbohrungen eine jeweils angepaßte Ausgestaltung von Entlastungskernen angegeben werden, die zu einer optimalen Spannungsentlastung des unter Druck stehenden Hochdruckspeichers und damit zu einer höheren Druckfestigkeit und höheren Lebensdauer führen.

Patentansprüche

1. Hochdruckspeicher, insbesondere Kraftstoffhochdruckspeicher, mit einem hohlen Grundkörper (1) und mindestens einer Querbohrung (2) mit einer Anschlußöffnung (3) zum Innenraum (4) des Grundkörpers (1) **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Außen- und/oder Innenfläche des hohlen Grundkörpers (1) eine oder mehrere Einkerbungen (5) und/oder Aussparungen (6) zur Spannungsentlastung des unter Druck stehenden Hochdruckspeichers angebracht sind.
2. Hochdruckspeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere Einkerbungen (5) in der Nähe einer höchstbelasteten Spannungsstelle des unter Druck stehenden Hochdruckspeichers, vorzugsweise nahe oder an einer Querbohrung (2), angebracht sind.
3. Hochdruckspeicher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der hohle Grundkörper (1) zylindrische Gestalt besitzt und entlang seiner Achse mehrere Querbohrungen (2) mit Anschlußöffnungen (3) aufweist, wobei zumindest über Teile des Außen- und/oder Innenumfangs des Grundkörpers (1), vorzugsweise nahe der oder an den Querbohrungen (2), Einkerbungen (5) angebracht sind.
4. Hochdruckspeicher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der hohle Grundkörper (1) zylindrische Gestalt besitzt und entlang seiner Achse mehrere Querbohrungen (2) mit Anschlußöff-

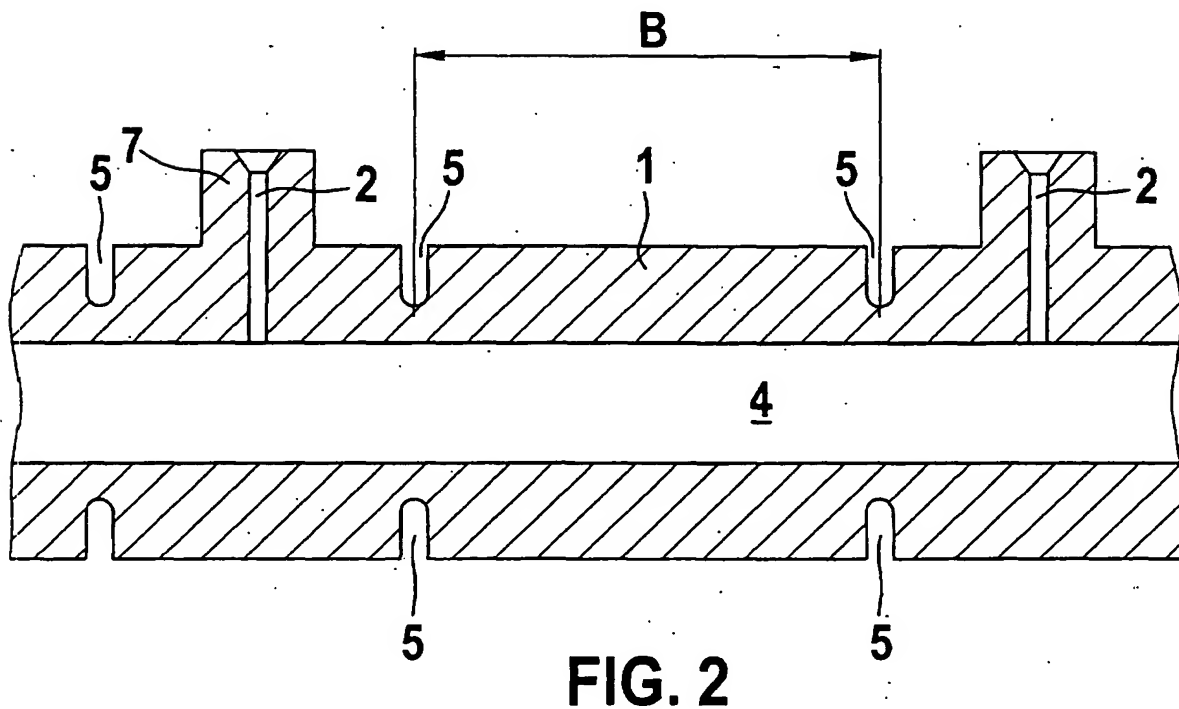
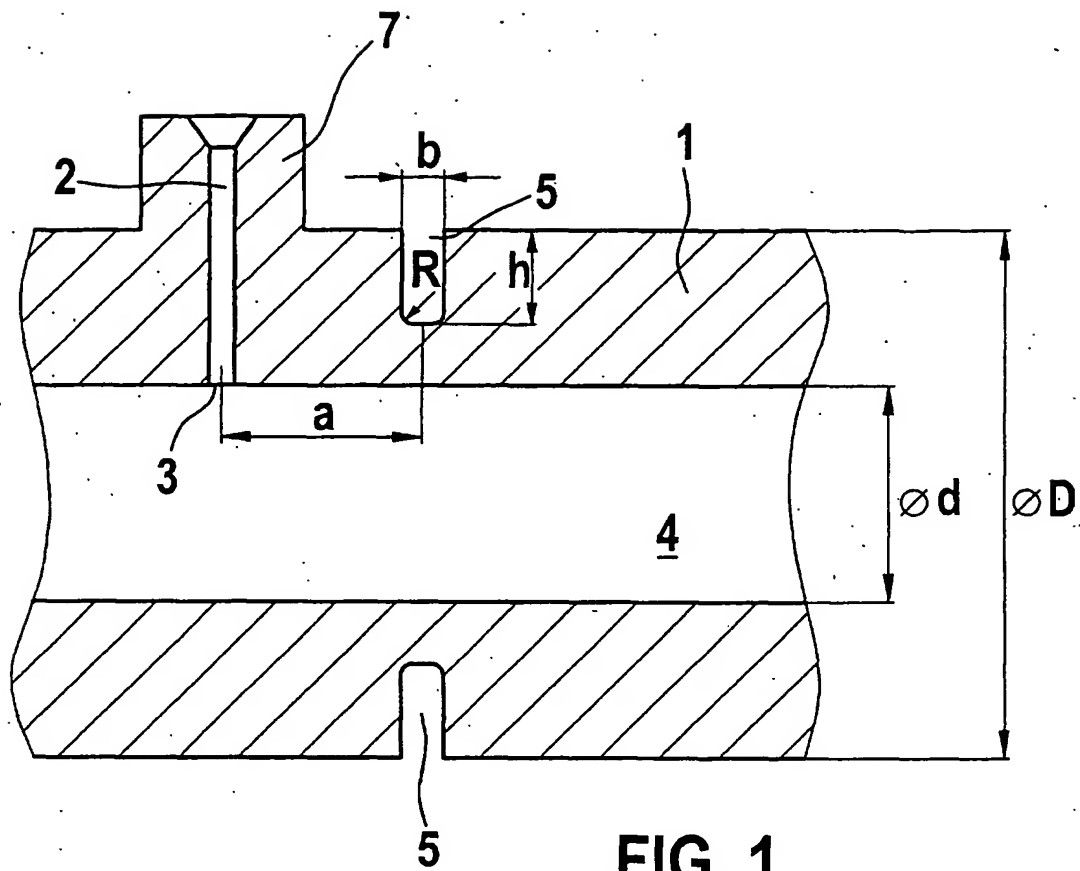
nungen (3) aufweist, wobei zumindest über Teile des Innen- und/oder Außenumfangs des Grundkörpers (1) sich in axialer Richtung erstreckende Aussparungen (6) angebracht sind.

5. Hochdruckspeicher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die sich in axialer Richtung erstreckenden Aussparungen (6) im wesentlichen den Bereich zwischen zwei in axialer Richtung benachbarten Querbohrungen (2) einnehmen.

6. Verfahren zur Herstellung eines Hochdruckspeichers gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der hohle Grundkörper mit Einkerbungen (5) und/oder Aussparungen (6) geschmiedet wird.

7. Verfahren zur Herstellung eines Hochdruckspeichers nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einkerbungen (5) und/oder Aussparungen (6) in den hohlen Grundkörper gedreht oder gefräst werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



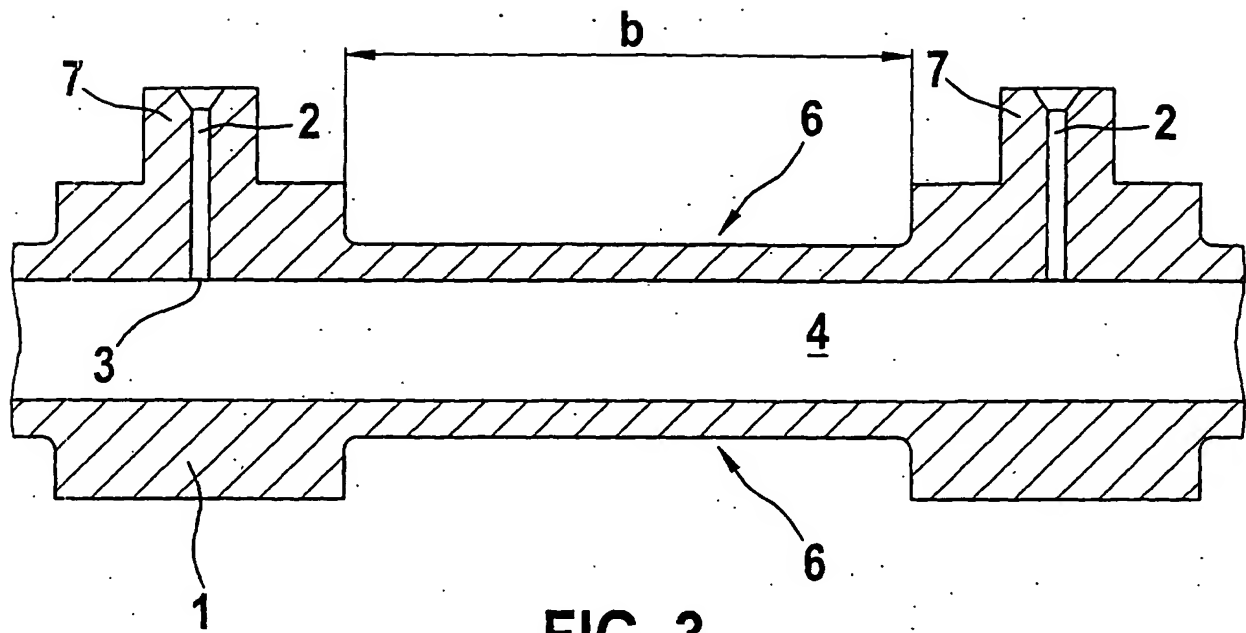


FIG. 3

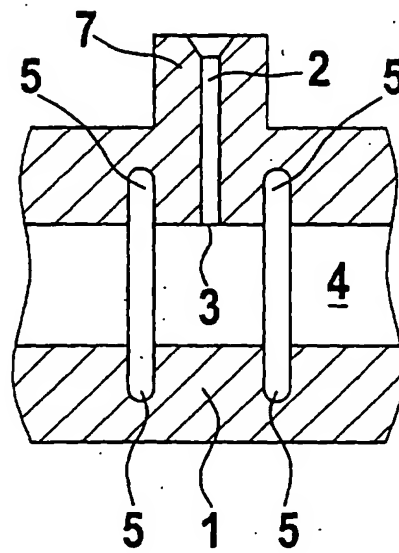


FIG. 4

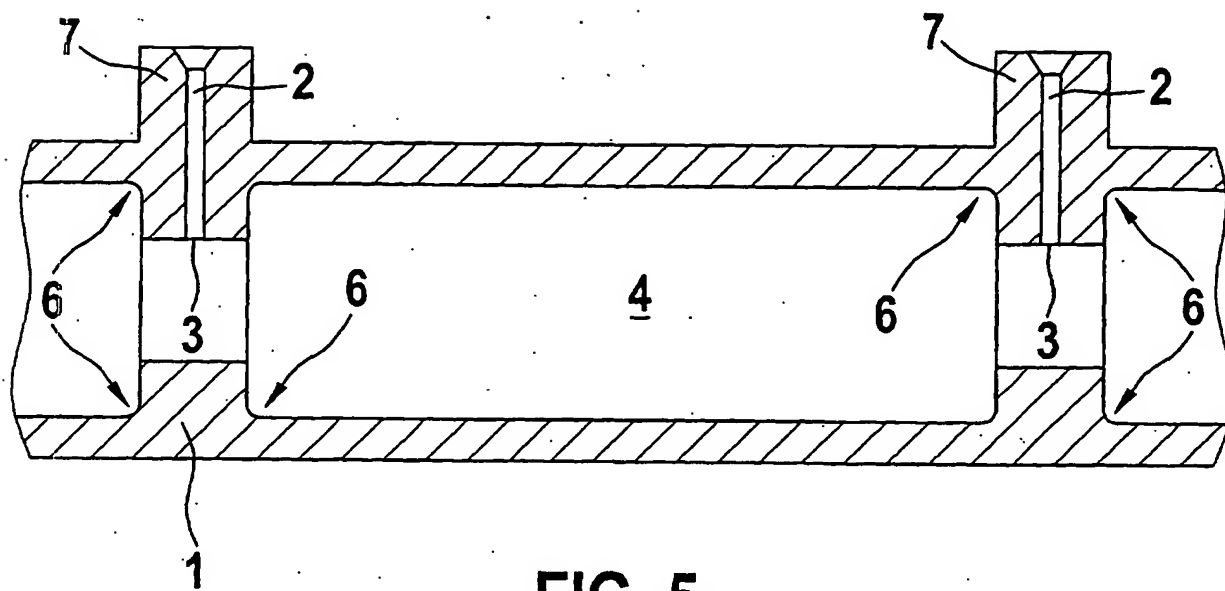


FIG. 5

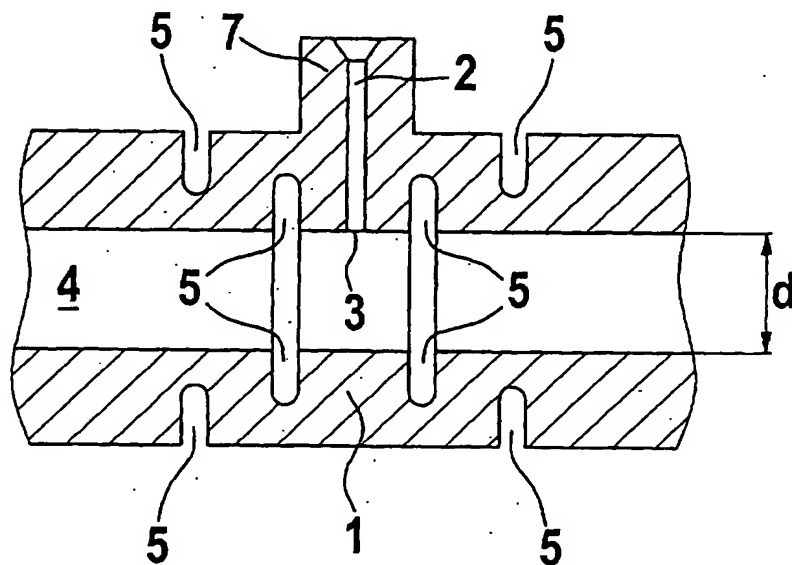


FIG. 6

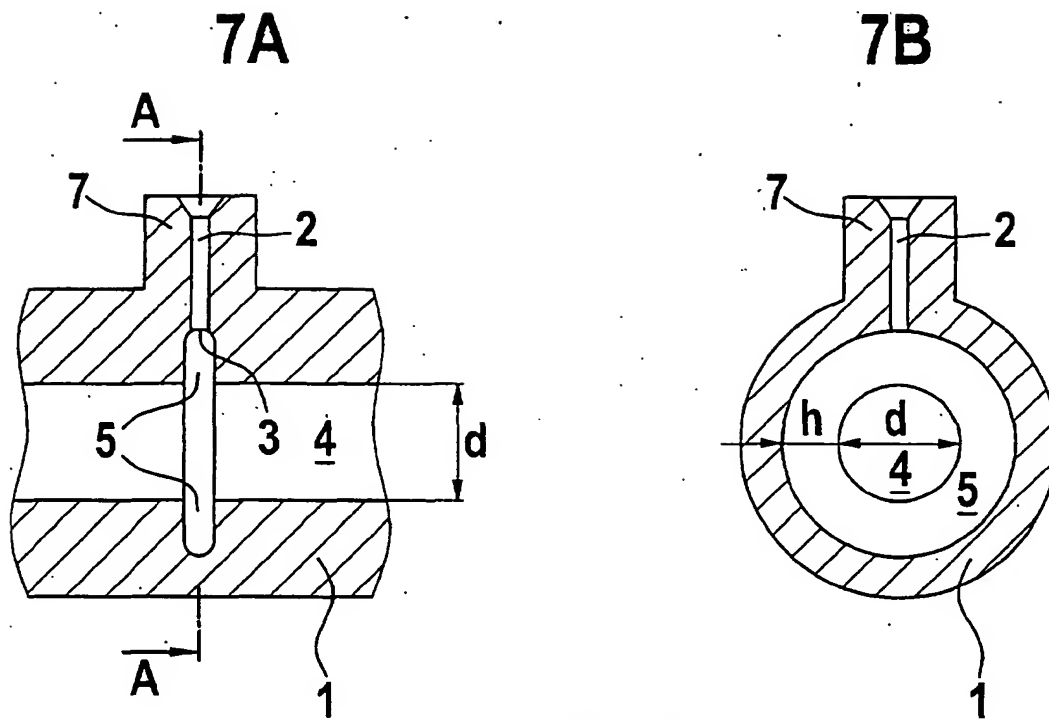


FIG. 7

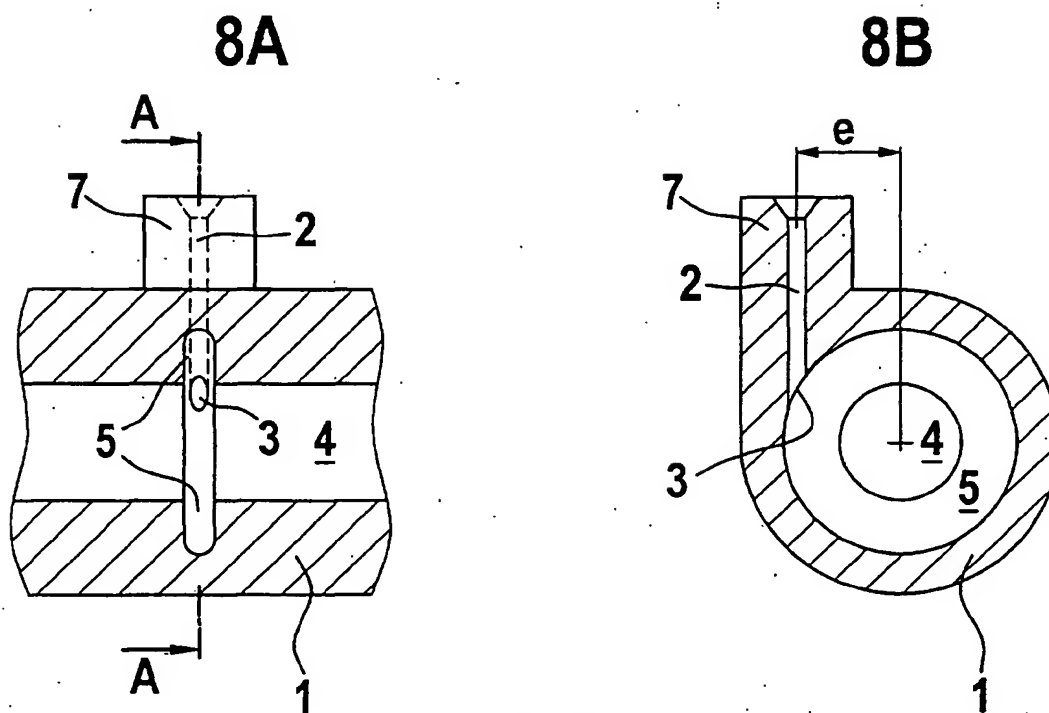


FIG. 8